

LE CALENDRIER DE L'HISTOIRE GÉOLOGIQUE ; USAGE ET PROPOSITION DE SIMPLIFICATION ET D'AMÉLIORATION DES CONVENTIONS.

The calendar of the geological history ; use and proposal for simplification and improvement of conventions.

Gilles Serge ODIN (*), Silvia GARDIN (*), Francis ROBASZYNSKI et Jacques THIERRY
GSO, Unité de Géochronologie et Sédimentologie Océanique ; Université Pierre & Marie Curie, UMR 5143 CNRS/Muséum ; 4, Place Jussieu, Case 119, F75252, Paris Cedex 05 ; courriel : gilodin@ccr.jussieu.fr

I. - INTRODUCTION

Le stratigraphe utilise pour désigner les unités de l'histoire de la Terre, une terminologie qui fut normalisée dans les années 80 au niveau international. Des propositions pour simplifier cette terminologie ont été faites récemment. Elles concernent principalement quatre aspects de notre langage et des concepts qu'il recouvre : 1- le système de double terminologie avec des termes propres pour chacun des aspects temporel et concret des corps de roche ; 2- l'assertion selon laquelle le Point Stratotypique Mondial (PSM) définit la base d'un étage qui coïncide avec le sommet de l'étage précédent au lieu de, tout simplement, la limite d'étage ; 3- la répugnance devant la désignation de sections additionnelles (auxiliaires) qui accroîtraient la connaissance d'un PSM et pourraient ainsi élargir le domaine de corrélation directe ; 4- des principes de subdivision qui doivent s'adapter aux informations présentes dans les roches qui diffèrent selon leur âge et conditionnent les outils de datation.

II. - LA DOUBLE TERMINOLOGIE

Le stratigraphe est amené à manier deux concepts différents lorsqu'il désigne ses unités : celui de temps et celui d'ensemble de couches déposées durant ce temps (Rey et al., 1997). Ainsi pour désigner les temps pendant lesquels vivaient les dinosaures on écrit les dinosaures vivaient durant le Secondaire (ou Mésozoïque). Lorsqu'on désigne les roches contenant les fossiles de dinosaures on écrit : les fossiles de dinosaures se trouvent dans le Mésozoïque (sous entendu, dans les roches qui constituent l'ensemble de couches désigné sous le nom de Mésozoïque). On comprend là les deux concepts recouverts par le mot Mésozoïque : temps et couches.

Afin de formaliser cette nécessaire distinction, la terminologie à la mode (en pays anglophones surtout) recommandait une double hiérarchie des unités stratigraphiques : des unités fondées sur des ensembles de roches et des unités exprimant le temps correspondant. La figure 1 donne les termes anglais, la figure 2 donne les termes proposés en français (cf. Odin et Odin, 1990). On note que, dans la terminologie francophone, il n'y a pas l'équivalent de l'anglais "Early/Late" ; les traductions correspondantes "précoce" ou "ancien" et "tardif" ou "récent", ne sont pas usitées pour qualifier des unités formelles.

Unités	Roche	Temps	Exemple
Hiérarchie principale	Erathem	Era	Cénozoïque
	System	Period	Néogène
	Series	Epoch	Miocène
	Stage	Age	Burdigalien
subdivisions	Lower - Middle - Upper	Early - Middle - Late	

Figure 1. Le langage conventionnel adopté par les auteurs anglophones pour les unités géologiques.

Unités	Roche	Temps	Exemple
Hiérarchie principale	Érathème	Ère	Cénozoïque
	Système	Période	Néogène
	Série	Époque	Miocène
	Étage	Âge	Burdigalien
subdivisions	Inférieur - Moyen - Supérieur		

Figure 2. Le langage conventionnel correspondant proposé en français pour les unités géologiques.

En 2004, l'expérience a montré que l'instauration de la dualité adoptée par divers collègues voire imposée par certaines publications, ne facilitait pas la communication, ni avec les géologues non-stratigraphes, ni dans le cadre de l'enseignement et qu'elle n'était pas utilisée avec succès par la majorité des stratigraphes.

Une récente proposition de la Commission de Stratigraphie de la Société Géologique de Londres (Zalasiewicz et al., 2004) est favorable à une simplification de cette terminologie et nous sommes en accord sur le principe (Odin et al., 2004). La définition des unités stratigraphiques à l'aide de conventions portant sur des limites favorise cette simplification. En effet, le concept de Point Stratotypique Mondial (GSSP en anglais, pour Global standard Stratotype Section and Point) permet une exacte coïncidence entre la base d'un étage et le sommet du précédent dès lors que le PSM est choisi dans une succession continue. Tout le temps étant représenté par des dépôts, il n'y a donc pas de distinction entre le temps représenté par les couches et le temps désigné dans les unités de temps ce qui n'était pas garanti avec les stratotypes historiques souvent bornés par des arrêts de dépôt. On peut alors utiliser un même mot recouvrant la même histoire pour désigner unités de temps et unités déposées.

Nos collègues britanniques plaident pour une hiérarchie Ère, Période, Époque, Âge (ou Étage) et pour les subdivisions "précoce/tardif" (colonne "Temps", figure 1). L'usage francophone favorise les termes Ère, Système, Étage (Figure 3) avec les subdivisions inférieur/moyen/supérieur, voire avec des sous-unités là où le besoin s'en fait sentir (sous-systèmes dans le Cénozoïque). Les équivalents de ces termes qui désignent d'abord les *ensembles de roches* sont l'usage dans de nombreuses langues incluant l'allemand, l'espagnol, le grec, l'italien, etc ..., dès les débuts du développement de la stratigraphie. Régionalement, d'autres subdivisions telles des sous-étages ou des groupes d'étages sont communément utiles (Figure 3).

Unités		Roche & Temps	Exemple
Mondiales	Hiérarchie principale	Ère	Cénozoïque
		Système	Néogène
		sous-Système	Miocène
		Étage	Burdigalien
	subdivisions	Inférieur - Moyen - Supérieur	
Régionales		sous-Étage super-Étage	Gargasien Sénonien

Figure 3 : Le langage conventionnel simplifié proposé en français pour les unités géologiques.

Au niveau des conventions mondiales, la raison majeure pour favoriser cette hiérarchie n'est pas seulement due à un usage traditionnel dans telle ou telle langue. Un tel usage est historique et 1- n'a jamais généré de problème majeur de compréhension (beaucoup moins qu'une double terminologie) ; 2- recommande l'emploi de termes dont le sens ne peut pas être confondu avec d'autres termes du langage courant (tels que période ou époque) ; 3- respecte l'expression concrète du temps géologique, à savoir les roches déposées de bas en haut qui caractérisent l'histoire de la terre décrite de bas en haut dans la succession des corps de roches. Ainsi, un temps plus ancien est immédiatement conçu comme inférieur par tout stratigraphe (Figure 4).



Figure 4 : Le temps géologique a une polarité géométrique car il s'exprime dans les dépôts sédimentaires régis par le principe de superposition.

III. - DES LIMITES D'ÉTAGE CONVENTIONNELLES

Nous admettons que la continuité requise dans les successions de corps de roches pour définir un PSM (Figure 5), permet au dit PSM de définir une limite (par exemple la limite Campanien-Maastrichtien) ; ce terme simple de limite doit remplacer avantageusement l'expression consacrée par un ancien usage à savoir, "la base d'une unité qui devient automatiquement le sommet de l'unité inférieure" (Remane et al., 1996) généralement simplifié en base de l'unité (par exemple la base du Maastrichtien).

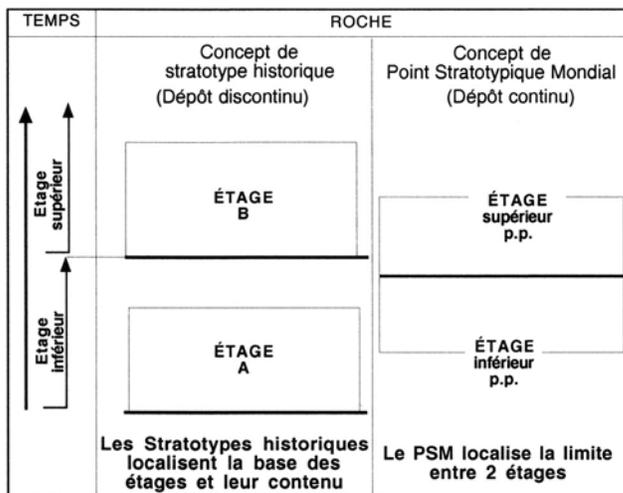


Figure 5: Stratotypes historiques et stratotypes de limite modernes pour les unités géologiques.

Les stratigraphes francophones rappellent que la définition complète d'un étage nécessite 3 éléments : la définition de ses deux limites et le choix d'un nom pour le désigner (1, 2, 3, Figure 6). Ce nom est généralement dérivé d'un stratotype historique illustré par son contenu. Cette position paraît plus raisonnable que celle rappelée par Remane et al. (1996) qui soutenaient qu'un étage était défini dès lors que le PSM de sa base était adopté. Cette vue a conduit, alors que les unités stratigraphiques mondiales restent encore en cours d'élaboration après 30 années de travaux, à admettre des étages dont on définit la base sans que le sommet n'en soit situé ou défini ou que le nom de l'étage qui le précède soit proposé ou

admis (c'est le cas de plusieurs "étages" du Primaire ou Paléozoïque par exemple du Darriwilien, au Dévonien moyen). Pour nous, ces étages au contenu non désigné par un ensemble de couches ne paraissent pas complètement définis.

Dans d'autres cas, comme celui de la définition de la limite Précambrien-Cambrien, le premier étage du Cambrien n'a pas été nommé en même temps qu'il était défini ; en effet, une règle constante est qu'une limite entre 2 unités doit correspondre nécessairement à la limite entre les unités de rang inférieur. Cette situation conduit au fait que le PSM admis à Terre-Neuve définit une limite de Système (voire de sous-système à la base du Cambrien inférieur) sans qu'il lui corresponde encore le nom d'étage qui y sera défini un jour. Le travail ne paraît pas achevé et la définition nous paraît incomplète.

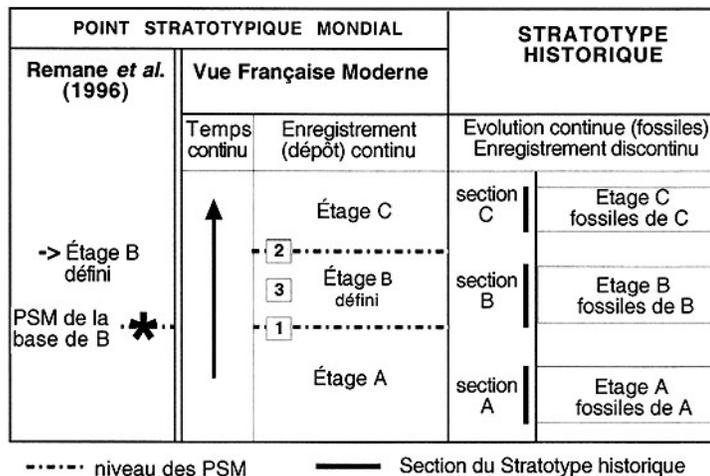


Figure 6 : La définition conventionnelle complète d'un étage géologique.

IV. - DES SECTIONS AUXILIAIRES UTILES

Les règles admises par la Commission Internationale de Stratigraphie sont très strictes : le PSM définit l'unité, est et doit rester unique. Cette règle, appliquée strictement, a conduit à rejeter, parfois, la proposition faite pour une *section auxiliaire* c'est-à-dire pour une section autre que celle où est concrétisé le point stratotypique et étudiée parallèlement. Pourtant, une seule section n'illustre que rarement une palette large d'outils stratigraphiques (divers groupes biostratigraphiques complétés par les aspects chimio- et physico- stratigraphiques). Aussi, l'opinion de beaucoup de stratigraphes francophones est qu'il n'est pas inutile que la définition d'un PSM soit accompagnée de l'étude de sections auxiliaires prises dans des environnements de dépôt différents permettant d'illustrer d'autres événements que ceux visibles dans la section type. C'est ce qui nous avait conduit à proposer une section complémentaire continentale pour la limite limite Crétacé / Paléogène ou Mésozoïque-Secondaire / Cénozoïque-Tertiaire (Odin, 1990). Sans entrer dans le détail, cette proposition permettait, fait très exceptionnel, d'impliquer, grâce au marqueur de temps précis donné par l'anomalie d'iridium bien connue, un environnement souvent délaissé par le stratigraphe. Quoiqu'il en soit, ce ne fut pas accepté. Par contre, d'autres groupes de travail ont eu l'imprudence, en proposant une section auxiliaire, de désigner par la même occasion, un niveau supposé équivalent à celui du PSM. Lorsque l'on a compris, quelques mois plus tard, que la contemporanéité était peu assurée voire incorrecte entre PSM et point de la section auxiliaire, la décision était déjà votée et l'on s'est retrouvé avec 2 niveaux de référence désignés distincts, l'un dans la section type, l'autre dans la section auxiliaire.

Une ou des sections auxiliaires sont donc bienvenues mais il ne faut pas y désigner formellement un niveau de référence et se contenter de le suggérer ou de le situer dans un intervalle dont la corrélation est solidement assurée. C'est ce qui a été fait pour la limite Campanien-Maastrichtien à Tercis à laquelle une section des Apennins a été adjointe sans désigner de niveau limite dans cette dernière. On s'est limité

à souligner la localisation d'événements-clés observés pour les foraminifères planctoniques, les nanofossiles et l'enregistrement magnétostratigraphique (Odin, 2001, p. 779 ; 815). Une démarche similaire a été suivie, autre exemple, pour la limite entre les étages Aalénien et Bajocien (Jurassique moyen) avec des sections auxiliaires en Écosse et au Portugal (Morton, 1990 ; Rocha et al., 1990 ; Pavia et al., 1997).

V. - DES PRINCIPES DE SUBDIVISION ADAPTÉS

Les principes de subdivision discutés ci-dessus sont adaptés aux temps phanérozoïques en général caractérisés par un *enregistrement précis de l'évolution biologique illustré par la présence abondante de fossiles*. La biostratigraphie est l'outil cardinal de corrélation entre 530 et 5 Ma. En règle générale, la définition des limites (par les PSM) ne saurait se faire efficacement sans contrôle biostratigraphique. *Historiquement et pratiquement, les étages, comme les subdivisions de rang supérieur, sont d'abord une expression de l'évolution biologique telle qu'elle fut perçue par les pionniers de la stratigraphie*. Pour eux, c'est le changement de faune qui impliquait la création d'une unité stratigraphique. Notre opinion est que cette pratique n'est pas adaptée à l'ensemble des couches géologiques et, par conséquent, qu'il convient de proposer d'autres principes en dehors de l'intervalle de temps du Phanérozoïque précisé ci-dessus.

Pour saisir la nécessité d'envisager des conventions différentes pour les différentes étapes de l'histoire de la terre, nous devons rappeler d'abord les caractéristiques des cinq groupes principaux d'outils stratigraphiques utilisés pour reconstituer cette histoire.

La géochronologie (caractérisation d'un niveau par un âge numérique mesuré) et la biostratigraphie (caractérisation d'un niveau par un âge relatif repéré par les fossiles) sont des outils stratigraphiques univoques (Odin & Odin, 1990) car à chaque caractère correspond un *moment unique* de l'histoire de la terre. La lithostratigraphie (caractérisation d'un niveau par la nature de la roche), la chimiostratigraphie (caractérisation d'un niveau par une propriété chimique, voire isotopique) et la magnétostratigraphie (caractérisation d'un niveau par une propriété magnétique) sont des outils plurivoques car à une même caractéristique pourra correspondre *plusieurs moments* de l'histoire de la terre. L'outil le plus univoque est généralement la géochronologie qui donne un âge ponctuel alors que la biostratigraphie révèle généralement un âge situé dans un intervalle de temps plus ou moins ample. L'outil le plus plurivoque est la magnétostratigraphie puisque le signal donné par l'analyse est binaire : polarité inverse ou polarité normale.

La figure 7 rappelle quelques caractères des outils stratigraphiques ; on remarque immédiatement les différences fondamentales entre les 3 domaines pré-phanérozoïque, phanérozoïque et plio-quaternaire.

APPROCHE	UNICITE	QUATERNAIRE	PHANÉROZOÏQUE	PRÉCAMBRIEN
Lithologie (lithostratigraphie)	plurivoque	très utilisé (cycles astronomiques, séquences)	parfois utilisé	utilisé (régional)
Géochimie (chimiostratigraphie)	plurivoque	très utilisé (âge)	utilisé	utilisé mais signal déformé
Paléomagnétisme (magnétostratigraphie)	plurivoque	très utilisé (âge)	utilisé / rare (jusqu'à 150 Ma)	peu utilisé signal déformé
Paléontologie (biostratigraphie)	univoque (relatif)	très utilisé (climat)	outil cardinal (âge: omniprésent)	peu utilisé (outil svt absent)
Datation isotopique (géochronologie)	univoque (numérique)	très utilisé	peu utilisé (rare)	outil cardinal (quoique rare)

Figure 7 : Les outils de la stratigraphie et leurs possibilités d'application dans les divers domaines de l'histoire géologique.

1) Les temps pré-phanérozoïques

Pour tout ce qui précède l'apparition des animaux à squelette (le Précambrien), la géochronologie est l'*outil univoque cardinal*. Au Précambrien, la rareté des informations biostratigraphiques mais aussi, à notre connaissance, l'imprécision de leur localisation dans le temps ne paraissent pas compatibles avec une définition de limite efficace (c'est à dire reconnaissable dans un vaste domaine géographique) au moyen d'un concept de PSM similaire à celui du Phanérozoïque. Cette reconnaissance des caractéristiques biostratigraphiques à la limite implique, pour le Phanérozoïque, un rôle déterminant de cet outil. Reconnaisant cette difficulté, la Commission Internationale de Stratigraphie a recommandé de substituer aux PSM des *âges numériques conventionnels*. Les unités sont alors définies entre deux âges numériques choisis en fonction de notre connaissance des coupures de l'histoire.

Quant à l'adoption récente d'une unité édiacarienne pour les dépôts précédant immédiatement le Phanérozoïque, l'avenir jugera si cette nouvelle convention est utile dans la pratique. En effet, dérogeant à ce principe de limite numérique, cet Édiacarien est borné, à sa base, par un PSM qui tient compte de caractères litho- et chimiostratigraphiques dénotant la fin d'une glaciation. La biostratigraphie n'est illustrée que très localement dans le monde et l'âge numérique est imprécis par rapport à la convention admise pour l'ancien Protérozoïque III, qu'il remplace.

2) Les temps quaternaires (ou plio-quaternaires)

Pour les 3 à 5 derniers Ma, des étages conventionnels ne paraissent pas nécessaires. Les unités obtenues auraient une autre signification que les étages du Phanérozoïque quant à leur durée. Selon nous, ainsi que l'indique la figure 7, de nombreux outils stratigraphiques permettent de subdiviser efficacement l'histoire récente de la terre en unités distinctes. Chaque spécialité, chaque succession stratigraphique sera mieux décrite au moyen de l'échelle qui lui est la mieux adaptée. Ces échelles sont différentes car, évidemment, les coupures observées avec les différents outils ne sont pas contemporaines (Figure 8). Par exemple, la fin d'une anomalie magnétique ne correspond pas nécessairement et précisément à une limite de glaciation ou à une limite de cycle astronomique.

La notion de précision est importante dans cette optique car si, pour le Précambrien, définir une limite à quelques millions d'années près n'est pas inadmissible, pour le Phanérozoïque, ces limites nécessitent une précision de l'ordre de 0,1 Ma tandis que, pour le Plio-Quaternaire, la précision de l'enregistrement (et de la connaissance) atteint dix mille ans. C'est une autre caractéristique des différents domaines de l'histoire géologique qui, par conséquent, justifie d'adapter les principes de sa description historique. Pour ces temps récents, un langage commun sera mis en place par le fait que toutes ces catégories d'unité (géochimiques, biostratigraphiques, lithologiques, climatiques, magnétostratigraphiques, industrie humaine etc ...) peuvent être *in fine* corrélées entre elles par des âges numériques mesurés ou estimés. Nous admettons, parmi ces unités acceptables mais non exclusivement, les subdivisions traditionnelles largement utilisées et, donc, utiles, de Pliocène ou de Quaternaire qui ne doivent pas disparaître.

Dans cet intervalle de temps, chaque spécialiste doit donc pouvoir utiliser les subdivisions propres à l'outil dont il dispose dans les couches étudiées. La question de la coordination entre cette stratigraphie et les unités antérieures est cruciale. Les quaternaristes sont très clairs : une coupure majeure se situe vers 2,6 Ma. C'est une dégradation climatique reconnue dans le domaine marin comme dans le domaine continental par divers outils (biostratigraphique, géochimique). Ces mêmes experts ne voient pas de coupure aisément reconnaissable à 1,8 Ma, âge qui correspond à la limite Miocène-Pléistocène telle qu'elle est admise par les spécialistes du Néogène ce qui anime un vif débat depuis quelques années, débat qui n'est pas terminé.

Pour résumer notre position, il nous paraît superflu d'appliquer la lourde démarche de création des "Points Stratotypiques Mondiaux" définis par une combinaison d'outils ailleurs que dans l'intervalle 540-5 Ma. Ceci simplifie la question des conventions nécessaires pour établir l'échelle des temps et laisse les

spécialistes libres d'exposer leurs connaissances qui peuvent être comparées si chacun prend soin de repérer ses unités par rapport à des âges numériques.

VI. - DES CONVENTIONS DISTINCTES DES CONNAISSANCES

Les notions conventionnelles discutées ici sont adoptées dans le cadre de structures de décision internationales. Elles sont recommandables pour une utilisation généralisée lorsqu'un accord existe. Ces conventions ne doivent pas être mêlées avec des informations relevant de la connaissance. Par exemple, les caractéristiques de ces limites : insertion dans une biozonation, position dans une succession magnétostratigraphique, âge numérique etc... sont strictement dépendantes de connaissances, voire d'opinions qui ne peuvent qu'être propres à chaque spécialiste et, éventuellement, fluctuer en fonction de la connaissance. Ces connaissances, ces opinions ne sauraient être "recommandées" de manière administrative et singulièrement par une structure internationale, sans tendre à l'établissement d'une pensée unique contraire aux usages scientifiques jusqu'à ce jour.

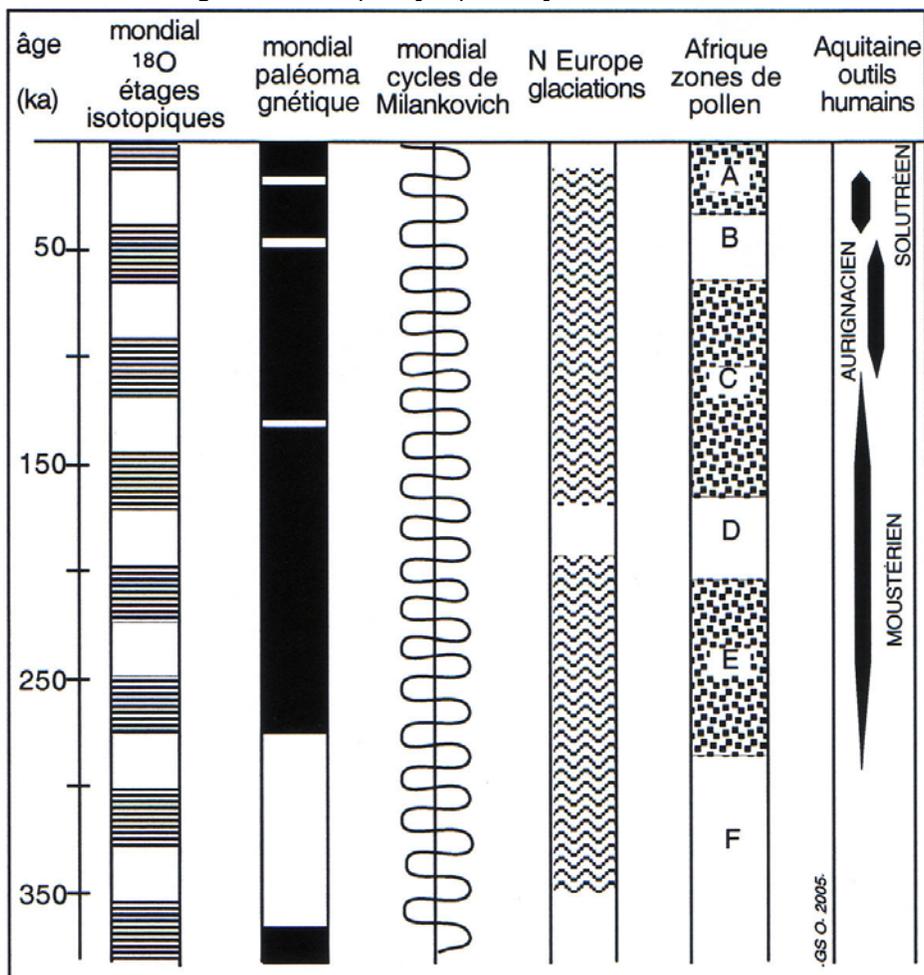


Figure 8 : Les unités stratigraphiques utilisées et pratiques dans les dépôts du Quaternaire

C'est ainsi que, lorsqu'une échelle est proposée par des auteurs, tout ce qui concerne autre chose que la localisation des limites sort du domaine des conventions et devrait être distingué. Jusqu'ici, les responsables des commissions et sous-commissions internationales de stratigraphie séparaient ces aspects de l'échelle des temps (voir par exemple l'échelle proposée à Rio par Remane, 2000). Pourtant, la tendance de récents responsables semble être de confondre leur rôle d'animateur de groupes de travail et leurs

opinions sur telle ou telle connaissance stratigraphique. Prenons deux exemples d'opinions : la place du Quaternaire dans l'échelle et les âges numériques.

L' échelle des temps géologiques distribuée à Florence (Congrès géologique international, Août, 2004) ne cite pas le Quaternaire dans sa subdivision principale. A ce jour, ceci ne relève en rien d'une décision de la Commission de Stratigraphie mais uniquement de l'opinion personnelle des animateurs actuels de cette commission. De même, l'âge de la base de cette unité relève d'une question en cours de discussion et il n'y a pas de nouvelle recommandation devant se substituer aux usages antérieurs.

Quant aux âges donnés en face des limites entre unités, ils n'ont aucun caractère de recommandation et nécessiteraient une critique détaillée. Ils ne sont, au mieux, qu'une opinion et l'on doit même écrire qu'ils n'améliorent nullement, la connaissance délivrée dans d'autres travaux plus spécialisés même si les incertitudes proposées sont affichées comme plus précises. Pour nous, ces âges "nouveaux" posent problème vis à vis de la connaissance établie. Pour le Miocène en particulier, la précision des nombres suggérés ne nous paraît pas réaliste. L'Union Internationale des Sciences Géologiques qui est la structure couronnant les commissions internationales, a renoncé à apporter son aval à cette production florentine devant la situation conflictuelle créée par certains choix ; ainsi, comme il est d'usage, les informations non conventionnelles de ce document n'engagent que leurs auteurs.

Remerciements : L'essentiel de cette discussion sur la terminologie a été présenté, en langue anglaise, dans la revue électronique : les carnets de Géologie (cf. Odin et al., 2004). Nous remercions les rédacteurs de cette revue pour leur permission de publier cette adaptation.

Glossaire

* Point Stratotypique Mondial : c'est notre proposition récente pour traduire le *Global standard Stratotype Section and Point (GSSP)* des anglophones. La traduction littérale serait : *Point et section stratotypiques conventionnels mondiaux*. L'emploi de "global" en français est impropre puisqu'il s'agit, en anglais, du globe terrestre qui n'est pas concerné par notre terme global. Conventionnel correspond mieux au "standard" anglais que standard en français ou, pour être clair : normalisé. L'ensemble abrégé (PSSCM) est complexe et, l'élément essentiel de ce concept étant le point, nous suggérons de le résumer ainsi (PSM si l'on veut être bref).

Références

- Morton N. (1990). Berreraig (Isle of Skye, NW Scotland) as boundary stratotype for the base of the Bajocian stage. *Mem. Carta geol. Italia*, 40 : 23-47.
- Odin G. S. (1990). The Cretaceous-Palaeogene boundary definition and age. In : Odin G.S. (ed.) *Échelle numérique du Phanérozoïque*. Bull. Liais. Inform., Proj. PICG 196 & IUSG Subcom. *Geochronology*, (offset) Paris, 8 : 14-22.
- Odin G. S. (2001). The Campanian - Maastrichtian stage boundary : characterisation at Tercis les Bains (France) : correlation with Europe and other continents. *Developments in Palaeontology and Stratigraphy Series*, 19, Elsevier Sciences Publ. Amsterdam, xxviii + 881 pp.
- Odin G.S. (2003). Le calendrier de l'histoire géologique ; Stratotype historique et Point stratotypique global de limite ; application à l'Aquitaine. *Echo des faluns, Saucats*, 14 : 10-14.
- Odin G.S., Gardin S., Robaszynski F., Thierry J. (2004). Stage boundaries, global Stratigraphy, and the time scale : towards a simplification. *Carnets de Géologie*, Brest ; Article 2004-A02. (<http://paleopolis.rediris.es/cg/archives-spain.html>).
- Odin G.S. & Odin Ch. (1990). Echelle numérique des temps géologiques, mise à jour. *Géochronique*, 25 : 12-21, 1 planche.
- Pavia G. & Enay R. (1997). Definition of the Aalenian-Bajocian Stage boundary. *Episodes*, 20 (1) : 16-22.
- Remane J. (en collaboration avec les sous commissions ICS, Faure-Muret A. & Odin G.S.) (2000). *International Stratigraphic Chart and Explanatory note*. UNESCO-IUGS Special edition, 31st IGC, Rio.
- Remane J., Bassett M.G., Cowie J.W., Gorhbrandt K.H., Lane H.R., Michelson O. & Wang N (1996). Revised guidelines for the establishment of global chronostratigraphic standards by the International Commission of Stratigraphy (ICS). *Episodes*, 19 : 77-81.
- Rey J., Courel L., Thierry J. & Raynaud J.-F. (1997). Les unités et corrélations chronostratigraphiques. In : Rey J. (ed.) *Stratigraphie, Terminologie Française*. Bull. Centres Rech. Explor.-Prod. Elf Aquitaine., Mém. 19, 115-124.
- Rocha R.B., Henriquez M.H., Soares A.F., Mouterde R., Caloo B., Ruget C., & Fernandez-Lopez S. (1990). The Cabo Mondego section as

a possible Bajocian boundary stratotype. *Mem. Carta Geol. Italia*, 40 : 49-62
Zalasiewicz J., Smith A., Benchley P., Evans J., Knox R., Riley N., Gale A., Gregory F.J., Rushton A., Gibbard P., Hesselbo S., Marshall J., Oates M., Rawson P. & Trewin N. (2004). Simplifying the stratigraphy of time. *Geology*, 32: 1-4.

Légendes des figures